

Весьма интересным с точки зрения развития новых типов лазеров явилось сообщение А. Бредерлоу (Институт Макса Планка, ФРГ) о запуске установки «Астерикс III», представляющей импульсный лазер с рабочей смесью  $C_3F_7J + Ar$ . По утверждению Бредерлоу, лазер имеет следующие параметры: длина волны генерации 1,36 мкм, энергия 500 Дж, длительность импульса 0,5 нс, расходимость лазерного луча  $0,9 \cdot 10^{-3}$  рад. Для питания ламп накачки подводимая электрическая энергия составляет 40 кДж, т. е. КПД лазера равен  $\sim 0,15\%$ . Общая длина лазерной системы 125 м. Лазерный импульс имеет достаточно высокий контраст ( $\sim 10^5 - 10^6$ ). Данный лазер является одним из наиболее мощных в мире ( $P \sim 1$  ТВт).

Ведущая роль в США в разработке новых типов лазеров принадлежит Ливерморской лаборатории. Новыми лазерами занимаются также фирмы «Хьюдженс», «Сандия» и др.

Лос-Аламосская лаборатория представила доклад по использованию систем возбуждения электрическим разрядом следующих типов лазеров:  $KrF$  (2485 Å),  $ArF$  (1930 Å),  $HeF$  (3511 Å, 3532 Å).

Научно-исследовательская лаборатория военно-морского флота исследовала влияние на энергию генерации  $HeF$ -лазера давления до  $5 \text{ кгс/см}^2$  и сорта газа (аргон хуже, чем неон). Получена выходная энергия до 2 Дж/л при возбуждении лазера электронным пучком.

Больших успехов в этой области достигла группа А. Алкока (Канада). Посредством простой электрической схемы, используя смесь с большим содержанием

гелия ( $NF_3 : Xe : He - 1 : 3 : 2700$ ), создали лазер энергией 290 мДж (длительность импульса 20 нс, активный объем 0,18 л). При повышении давления до  $5 \text{ кгс/см}^2$  наблюдается линейное увеличение генерации. Такой лазер может применяться для экспериментов по разделению изотопов.

Большие надежды исследователей, занимающихся разделением изотопов, связаны с получением значительных пиковых мощностей на длине волны 16 мкм, которая совпадает с полосой поглощения молекулы  $UF_6$ . Здесь есть несколько путей: перестройка излучения импульсного  $CO_2$ -лазера при помощи ячеек (например  $NF_4, CF_4$ ), а также получение 16-мкм излучения за счет специальной схемы возбуждения молекулы  $CO_2$ .

Исследовательская лаборатория фирмы «Вестингауз» (США) для получения 16-мкм излучения использовала охлаждаемую (140—220 К) разрядную трубку с продольным разрядом длиной 1,5 м (длительность импульса 2 мкс). Смесь  $CO_2 : N_2 : He$  (1 : 2 : 25) при давлении 8—12 мм рт. ст. возбуждалась импульсным 9,4-мкм излучением промышленного  $CO_2$ -лазера. Максимальная выходная энергия 20—50 мкДж/имп. наблюдалась при времени задержки между импульсами  $\sim 1 - 1,5$  мс.

VII конференция по инженерным вопросам лазеров и их применению состоится также в Вашингтоне (США) в 1978 г.

■ АЛЕКСАНДРОВ В. В., БАРАНОВ В. Ю.

## Конференция по радиоэкологии

В конференции, состоявшейся в июле 1977 г., участвовало 185 чел. из 23 организаций, в том числе представители АН СССР, Минвуза, Минздрава СССР и др. Заслушано 44 доклада, из них 13 пленарных, посвященных проблемам защиты окружающей среды от радиоактивного загрязнения. На секционных заседаниях были обсуждены доклады по проблемам «Радиоэкология животных», «Миграция радионуклидов в биогеоценозах» и «Действие ионизирующих излучений». В заключение конференции проводилось заседание «за круглым столом», на котором ведущие специалисты в области радиоэкологии и охраны окружающей среды (радиоэкологи, гигиенисты, радиобиологи, генетики и др.) сообщили о проблемах радиоэкологии.

На пленарном заседании в докладе об основных задачах радиоэкологии в связи с развитием ядерной энергетики особое внимание было уделено нормированию сбросов и выбросов радиоактивных веществ и очистке сбросов от основных дозобразующих радионуклидов. Оценке антропогенных загрязнений окружающей среды естественными и искусственными радионуклидами был посвящен доклад А. К. Круглова и др. Радиационная обстановка в целом в биосфере оценивается как удовлетворительная, уровень радиоактивности, обусловленный как продуктами глобальных выпадений, так и сбросами предприятий ядерно-энергетического цикла, не превышает 0,1% дозы естественного радиационного фона. Вместе с тем локальное загрязнение за счет сбросов и выбросов радиоактивных отходов в атмосферу в будущем может быть значительным. Наиболее ра-

диационно-опасными являются  $T$ ,  $^{14}C$ ,  $^{85}Kr$  и  $^{129}I$ , которые накапливаются в атмосфере. Наряду с эффективным улавливанием указанных радионуклидов требуется своего решения захоронение радиоактивных отходов.

Большой интерес вызвали доклады о миграции радионуклидов вода и плутония в окружающей среде. Как показано в докладе Б. С. Пристера и др., изотопы вода, независимо от путей поступления в почву, активно взаимодействуют с почвенным органическим веществом, проявляя высокую миграционную способность. Миграция в почве определяется в основном процессами конвекционного переноса и диффузии, вынос вода растениями не играет существенной роли в его балансе. Одним из основных факторов, обуславливающих радиационную обстановку в районе выброса радиоактивного иода, является его улетучивание, что определяется эффективностью обработки почвы. В случае естественных пастбищ основной критерий нормирования — мощность выброса  $^{129}I$ , в случае культурных пастбищ мощность выброса и кумулятивный запас изотопа в почве находятся примерно в одинаковой степени. Поведение плутония в почвах, как показано в докладе Г. Н. Романова, обусловлено содержанием влаги и почвенного органического вещества. Присутствие хелатоподобных веществ значительно увеличивает подвижность плутония, дождевание почв приводит к возрастанию коэффициента накопления плутония растениями на несколько порядков. Автор этого доклада подчеркивает несостоятельность использования коэффициента накопления радионуклидов без учета их формы нахождения и миграционной способности для

оценки радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды.

Особенности миграции в биосфере трития посвящен доклад Г. Н. Романова и др. Круговорот трития в целом соответствует круговороту водорода, его значительная часть в объектах окружающей среды представлена связанной (с кристаллизационной водой) формой. Обнаружено два компонента выведения трития из почв с периодами полувыведения 7—27 сут и 24—30 мес. Предполагается, что рекультивация может ускорить его выведение из почв в 2—3 раза.

В докладе Ю. Б. Холиной и Р. М. Алексахина приведены сведения о распределении радиоактивных продуктов глобальных выпадений и сбросов предприятий ядерного топливного цикла в гидросферу и дан прогноз на ближайшие 20 лет. Авторы доклада пришли к выводу, что наибольшую опасность будут представлять  $^{129}\text{I}$  и трансурановые нуклиды ( $^{239}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$ ), эффективно накапливающиеся гидробионтами. Тритий и  $^{14}\text{C}$  включаются в кратковременные биологические процессы и не накапливаются в водных организмах выше концентрации, имеющейся в окружающей среде. Равновесие  $^{85}\text{Kr}$  в водной среде будет достигнуто очень быстро.

Радиационному воздействию АЭС на население посвящены доклады сотрудников Института биофизики МЗ СССР. В настоящее время средняя индивидуальная доза облучения за счет АЭС ничтожно мала и составляет около 0,001 мбэр/год. При этом доза облучения в результате выбросов АЭС в несколько раз выше и приближается к 0,004 мбэр/год (В. А. Книжников и др.). Популяционная нагрузка (средняя индивидуальная доза от всех источников) достигает 254 мбэр/год. Основной вклад дают естественный фон (43%), медицинские рентгенорадиологические диагностические процедуры (24%) и облучение за счет пребывания в каменных помещениях (23%). Облучение населения продуктами глобальных выпадений с 1963 г. снизилось почти в 20 раз и составляет в настоящее время 2 мбэр/год.

Оценка радиационного воздействия на население водоемов — охладителей АЭС представлена в докладе Д. И. Гусева и др. С учетом самоочищения воды рассчитаны индивидуальные дозы облучения организма и тканей, обусловленные тритием,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{144}\text{Ce}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Доза облучения тела человека за счет жидких сбросов АЭС составила 0,88 мбэр на 1 МВт(эл.)·год. Авторы этого доклада считают, что при существующих уровнях сброса реакторных вод со средней минерализацией радиационное воздействие на население незначительно и водоем может использоваться для хозяйственных нужд.

В докладе Н. П. Дубинина и В. А. Шевченко проанализированы генетические эффекты, наблюдаемые в хронически облучаемых популяциях. В модельных экспериментах изучена динамика мутационного процесса

в популяциях гаплоидных и диплоидных организмов. Выявлена обратная взаимосвязь между интенсивностью излучения и генетическим эффектом в расчете на единицу дозы. Отмечено, что доза, удваивающая уровень естественного мутационного процесса, не постоянна, а зависит от мощности. Полученные результаты представляют несомненный интерес при прогнозировании генетических последствий действия радиации на популяции.

Интересное сообщение о 20-летних наблюдениях за лесом сделал Ф. А. Тихомиров. Результаты показали, что лес характеризуется высокой задерживающей способностью по отношению к радиоактивным выпадениям и малой скоростью миграции радионуклидов за пределы загрязненного района. Выявлена высокая радиочувствительность деревьев (особенно хвойных), радиационные эффекты обусловлены не только непосредственно ионизирующим действием, но и вторичными эффектами, вызванными нарушением биогенотических связей под влиянием облучения. Безопасной для леса следует считать дозу облучения 100 рад. В ряде случаев при облучении 100—300 рад обнаружено явление радиостимуляции (ускорение роста и развития) деревьев.

С докладом о задачах современной радиэкологии выступил Е. А. Федоров, который отметил, что в настоящее время создана биогеохимическая платформа для разработки научно-практических рекомендаций по защите окружающей среды от воздействия ядерной энергетики. Необходимо создание модели событий в экологических системах при разных уровнях радиоактивного загрязнения. Эта задача может быть решена при изучении биогеохимической миграции радионуклидов в природных биогеоценозах и биологических цепочках.

В обсуждении «за круглым столом» были затронуты наиболее актуальные вопросы современной радиэкологии: удаление радиоактивных отходов, сочетание воздействия радиационных и химических факторов окружающей среды, радиационная биология и медицина.

В решении конференции отмечен большой вклад радиэкологических исследований в решение проблемы защиты окружающей среды. Конференция рекомендовала существенно расширить исследования выведения в биосфере биологически значимых радионуклидов, генетически связанных с отходами предприятий ядерной энергетики, разработку радиэкологических критериев нормирования содержания радионуклидов, изучение эффектов воздействия малых доз радиации на объекты окружающей среды. Большое внимание уделено изучению эффектов воздействия сочетанных (радиационных, химических и тепловых) факторов.

ХОЛИНА Ю. Б.

## Семинар по использованию низкопотенциального ядерного тепла

Семинар, организованный Американским, Европейским и Финским ядерными обществами, проходил 21—24 августа 1977 г. в г. Отанеми (Финляндия). В его работе участвовало около 300 специалистов из 23 стран, представивших 51 доклад.

Основными вопросами семинара были возможности применения низкопотенциального ядерного тепла с учетом экономической эффективности и источники его получения.

От Советского Союза было представлено три доклада, посвященные использованию водо-водяных кипящих реакторов для АТЭС и атомных станций теплоснабжения (АЭС) и один — опыт эксплуатации реактора с органическим теплоносителем АРБУС.

Из материалов семинара следует, что в странах, представивших доклады, имеется неограниченный рынок потребления низкопотенциальной тепловой энергии. В наиболее развитых странах со средним и холод-